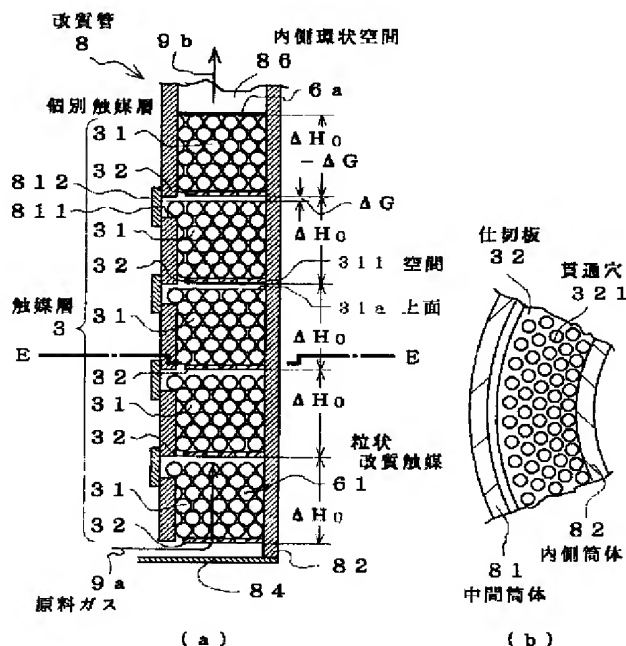


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成8年(1996)8月13日

審査請求 未請求 請求項の数 4 O.L (全 13 頁)

(74)代理人 弁理士 山口 巖



【特許請求の範囲】

【請求項1】改質管と、バーナとを備え、

改質管は、筒状の中間筒体と、この中間筒体を挟んでその内外にそれぞれ間隔を隔てて同心状に配設され、一方の端部を中間筒体の一方の端部から離して互いに塞ぎ板で塞がれた内側筒体および外側筒体と、中間筒体と内側筒体との間に作られた空間に粒状改質触媒を充填することで形成された触媒層とを有し、内側筒体の触媒層側の面には粒状改質触媒への熱伝達を向上するための複数のフィンが装着されており、

バーナは、改質管の内側部分に設置され、触媒層を加熱するための熱媒体を、少なくとも、内側筒体の内周面側および外側筒体の外周面側に供給するものであり、熱媒体により加熱された触媒層により、炭化水素系の原燃料を水蒸気改質を行うことで水素に富む改質ガスに改質するものである、燃料改質器において、改質管に形成される触媒層は、原燃料が流通する方向に沿って間隔を隔てて設置された複数の仕切板と、この仕切板の上に粒状改質触媒が充填されることで形成されると共に、粒状改質触媒が充填される仕切板に接する面とは反対側となる面と、粒状改質触媒が充填される仕切板に対して原燃料が流通する方向に隣合う仕切板との間に、空間が設けられるてなる複数の個別触媒層とを備え、それぞれの仕切板には原燃料、および／または、改質ガスを流通させるための複数の貫通穴が形成されてなることを特徴とする燃料改質器。

【請求項2】請求項1に記載の燃料改質器において、触媒層が備える仕切板は、中間筒体と、内側筒体と、互いに隣接する内側筒体に装着されたフィンとにより周囲を区切られた空間内に挿入され、中間筒体、内側筒体およびフィンとのそれぞれの間に間隙が形成されてなることを特徴とする燃料改質器。

【請求項3】請求項1に記載の燃料改質器において、触媒層が備える仕切板は、環状形であり、内側の側面で内側筒体の触媒層側の面に装着されており、粒状改質触媒への熱伝達を向上するためのフィンの機能を兼ねてなることを特徴とする燃料改質器。

【請求項4】請求項1から3までのいずれかに記載の燃料改質器において、

改質管に形成される触媒層は、個別触媒層の原燃料が流通する方向に沿う寸法を、バーナから供給された熱媒体の加熱による内側筒体の変形量の多少に対応させて異なる寸法に設定されてなることを特徴とする燃料改質器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、炭化水素系の原燃料を改質管に流通し、この原燃料を粒状改質触媒により水蒸気改質して水素に富む改質ガスに改質する燃料電池発電装置用等の燃料ガスの製造に使用される燃料改質器に係わり、改質管の熱変形に起因する粒状改質触媒の圧壊

の低減を図った、さらに改良されたその構造に関する。

【0002】

【従来の技術】天然ガスやナフサ等の炭化水素系の原燃料から、水蒸気を添加したうえで熱媒体により加熱された粒状改質触媒により水素に富む改質ガスを生成し、この改質ガスを一酸化炭素変成器等を経て燃料電池に供給する燃料改質器として、改質反応に必要な熱量の供給方法を改良した構成としたものと同じ出願人より出願され、特開平3-97602号公報により公知となっている。

【0003】図10は、上記による燃料改質器に対して、さらに粒状改質触媒への伝熱性能等に改良を加えた従来例の燃料改質器の縦断面図であり、図11は、図10における改質管部分の図10におけるA-A断面図である。図10、図11において、9は、改質管8と、改質管8の内側に配設されたバーナ5と、改質管8の周囲側部と下部とを覆う炉容器7と、炉容器7の外周部を覆う断熱層72とを備えた燃料改質器である。

【0004】改質管8は、上下方向に直立した金属製で円筒状をした中間筒体81と、これを挟んでその内外にそれぞれ間隔を設けて同心円状に配設され、中間筒体81と接合されている金属製の上部板85等でその上部を接続され、環状形をした金属製の塞ぎ板84によって、中間筒体81の下端から離されてその下部を互いに接続された、それぞれ金属製の内側筒体82および外側筒体83とで形成されている。内側筒体82の中間筒体81に対向する側の側面、すなわちその外周面には、その一端を内側筒体82の外周面に溶接等により固着され、幅方向が中間筒体81との間に間隙821a（図11を参照）が形成される寸法であり、かつ塞ぎ板84が接続される部位から後記する触媒層6の上面付近の部位にわたる長さ寸法を有する金属製の伝熱フィン821が、円周面に沿って複数本配列されている。

【0005】このような構成により改質管8には、下端部で互いに通じる内側環状空間86および外側環状空間87の2重の環状空間が形成されることになる。外側環状空間87の上部には原料ガス9aの入口871が設けられ、内側環状空間86の上部には改質ガス9bの出口861が設けられている。また内側環状空間86には、粒状改質触媒61が充填されて触媒層6が形成されている。粒状改質触媒（以降、単に粒状触媒と略称することがある。）61は、例えば、直径が5mm前後程度の球形、円柱形などをなしており、原燃料に水蒸気が添加されたものである原料ガス9aを、水素に富む改質ガス9bに改質する作用を行う触媒を、極めて細かい細孔を有しそれぞれ前記の形状をしたセラミック製の担体に担持させた構造を備えている。原料ガス9aを水素に富む改質ガス9bに効率良く改質するためには、触媒反応速度を高くする必要があり、このために、担体の備える細孔内に形成される細孔容積を極力大きくした担体を選定し

て、細孔部を含む担体の表面に担持された触媒と、原料ガス9aとが接触し合う面積が、極力増大されるように配慮されている。触媒層6の上面は、粒状触媒61の飛散を防止するための金網6aで覆われており、触媒層6の下部の外側環状空間87との境界部位は、粒状触媒61の流出を防止するための金網6bにより囲われている。

【0006】外側筒体83と炉容器7とで仕切られた空間は、バーナ5が生成する熱媒体51を流通させる熱媒体通路52として使用される。炉容器7の熱媒体通路52の上部に当たる部位には、熱媒体出口71が設けられている。炉容器7の下方および側部周囲には、熱媒体51の温度を保持するための耐火断熱材製の断熱層72が配置され、また、内側筒体82の上部内側には、バーナ5で生成された直後の特に高温の熱媒体51から内側筒体82等を保護するために、耐火性断熱材製の断熱層88が形成されている。

【0007】燃料改質器9では、バーナ5においては、燃料の入口53から導入された燃料（燃料改質器9によって生成された改質ガス9bの供給先が、燃料電池発電装置である場合には、燃料電池発電装置の運転時には燃料電池本体からの排出燃料ガスもバーナ5用の燃料となる。）が、空気入口54から取り入れられた燃焼用空気により燃焼し、燃焼ガスとしての高温の熱媒体51が生成される。熱媒体51は、改質管8が備える内側筒体82の内周面に沿って下方に流れ、引続いて熱媒体通路52内を流通しつつ、外側筒体83の外周面に沿って上方に流れたうえで、熱媒体出口71から燃料改質器9の外部に排出される。この間、熱媒体51は、改質管8の主として内側筒体82の内周面側から触媒層6を、また、外側筒体83の外周面側から外側環状空間87内を流通する原料ガス9aを、それぞれ加熱するのである。

【0008】その際、触媒層6中の粒状触媒61は、内側筒体82および伝熱フィン821を介して熱媒体51から熱を供給されて加熱される。これにより、燃料改質器9では、触媒層6が十分に加熱されるように構成されている。一方、原料ガス9aは、入口871から流入し、まず、外側環状空間87中を下向きに流れ、その後中間筒体81の下端部で折返し、触媒層6に入り、触媒層6中を上向きに流れる。この間、主として外側環状空間87において熱媒体51によって加熱される。熱媒体51で加熱された原料ガス9aは、熱媒体51により加熱されて所要の温度とされた粒状触媒61が持つ触媒の改質作用により、水素に富んだ改質ガス9bに改質される。このようにして得られた改質ガス9bは、改質ガス9bの出口861から燃料改質器9の外部に供給される。なお、熱媒体51による原料ガス9aの加熱を容易にするために、熱媒体51、原料ガス9aが流通する、熱媒体通路52、外側環状空間87の流通路の面積を狭くし、熱媒体51、原料ガス9aの流速を高くするこ

とで、それぞれのガス体と外側筒体83間の熱伝達係数が向上するように考慮するのが一般である。これにより、熱媒体51から原料ガス9aへの熱伝達が向上され、燃料改質器9から排出される熱媒体排出ガスの温度を下げることができ、しかも、燃料改質器9の径方向寸法を短縮することができている。

【0009】上述のような構成の燃料改質器9においては、天然ガスのような原燃料を水蒸気改質する際には高温の運転温度で改質反応が行なわれ、改質ガス9bの出口に近い部分の触媒層6の温度は700～750〔℃〕程度であり、改質管9を形成している例えば耐熱鋼の最高表面温度は、運転条件にもよるが900～950〔℃〕にもなるものである。また上述の燃料改質器9によって得られた水素に富む改質ガス9bを燃料電池発電装置に使用する場合には、多くの場合に、この改質ガス9bをさらに一酸化炭素変成器に通流させ、一酸化炭素濃度を低減させた改質ガスとされている。

【0010】ところで燃料改質器9では、その起動、停止が繰り返される度に、改質管8を構成している前記の金属板は膨張、収縮を繰り返すものである。改質管8のバーナ5に近い部分①と原料ガス9aの入口に近い部分②（図10を参照）における起動時の温度上昇経過の実測例を図12に示す。ここで図12は、燃料改質器の起動時における改質管の温度上昇経過の実測例を示すグラフである。図12において、横軸は燃料改質器9の運転経過時間を示し、縦軸は、改質管8の部分①と部分②それぞれの温度上昇経過を示している。図12に示したごとく、バーナ5に近い部分①の改質管表面温度Pは、バーナ5の点火とともに急速に上昇するのに対して、原料ガス9aの入口に近い部分②の改質管表面温度Qは、バーナ点火直後は熱媒体51の持つ熱量が改質管8等の加熱に費やされるため温度の上昇が遅く、このためバーナ5の点火直後には改質管8に大きい温度差の温度分布が生じることになる。

【0011】この大きい温度差によって、改質管8では、外側筒体83、中間筒体81よりも内側筒体82の方が急速に熱膨張することとなり、このため内側筒体82は外側（触媒層6側である。）に太鼓状に変形する。伝熱フィン821と中間筒体81との間に間隙821aが形成されている理由は、内側筒体82が太鼓状に変形した際に、伝熱フィン821が中間筒体81に接触するのを回避するためである。このように内側筒体82が太鼓状に変形することで、粒状触媒61が充填された触媒層6は、いったん半径方向に加圧力を受けることになる。この加圧力を受けた粒状触媒61は、中間筒体81に阻止されて半径方向に移動できないため半径方向と直角の方向に移動しようとし、結果として改質管8の半径方向に対して直角となる方向に加圧力を受けることとなる。こうした加圧力による圧縮応力によって、多孔質のセラミック製担体が用いられている粒状触媒61は、最

悪の場合は圧壊を受けることとなる。粒状触媒61が圧壊して粉状になると、触媒層6の原料ガス9a、改質ガス9bに対する圧力損失が大きくなり、最悪の場合、燃料電池発電装置の運転の継続を不可能にすることとなるのである。

【0012】これを回避するために粒状触媒61に加わる加圧力を低減するようにする構造体が、前記の伝熱フィン821である。伝熱フィン821は前記した構成を持っているので、内側筒体82に対する梁としての働きを行い、内側筒体82の前記の変形量を抑制する。この結果、内側筒体82の熱膨張に基づく触媒層6に加わる加圧力が減少し、粒状触媒61の圧壊が低減されるのである。従って伝熱フィン821は、燃料改質器9において、熱媒体51から供給される熱量の粒状触媒61への伝達を改善すると共に、粒状触媒61の圧壊を低減するという役目を果たしていることになる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来技術による燃料改質器9は、粒状改質触媒61により、原燃料を水蒸気改質を行うことで水素に富む改質ガス9bに改質するに際し、粒状触媒61が所要の温度に加熱されることで効率良く改質ガス9bを生成することができ、しかも、粒状触媒61への加圧力を低減することができるのであるが、なお次記する問題が残存している。すなわち、大容量な燃料改質器を製造するなどの場合には、内側筒体82の熱膨張量が増大されるために、伝熱フィン821による変形量の抑制能力では不十分となり、このために、触媒層6中の一部の粒状触媒61に圧壊が発生する懸念が出てきている。

【0014】この発明は、前述の従来技術の問題点を鑑みなされたものであり、その目的は、改質管の熱変形に起因する粒状改質触媒の圧壊の低減を図った燃料改質器を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明では前述の目的は、

1) 改質管と、バーナとを備え、改質管は、筒状の中間筒体と、この中間筒体を挟んでその内外にそれぞれ間隔を隔てて同心状に配設され、一方の端部を中間筒体の一方の端部から離して互いに塞ぎ板で塞がれた内側筒体および外側筒体と、中間筒体と内側筒体との間に作られた空間に粒状改質触媒を充填することで形成された触媒層とを有し、内側筒体の触媒層側の面には粒状改質触媒への熱伝達を向上するための複数のフィンが装着されており、バーナは、改質管の内側部分に設置され、触媒層を加熱するための熱媒体を、少なくとも、内側筒体の内周面側および外側筒体の外周面側に供給するものであり、熱媒体により加熱された触媒層により、炭化水素系の原燃料を水蒸気改質を行うことで水素に富む改質ガスに改質するものである、燃料改質器において、改質管に形成

される触媒層は、原燃料が通流する方向に沿って間隔を隔てて設置された複数の仕切板と、この仕切板の上に粒状改質触媒が充填されることで形成されると共に、粒状改質触媒が充填される仕切板に接する面とは反対側となる面と、粒状改質触媒が充填される仕切板に対して原燃料が通流する方向に隣合う仕切板との間に、空間が設けられるてなる複数の個別触媒層とを備え、それぞれの仕切板には原燃料、および／または、改質ガスを通流させるための複数の貫通穴が形成されてなる構成とすること、または、

2) 前記1項に記載の手段において、触媒層が備える仕切板は、中間筒体と、内側筒体と、互いに隣接する内側筒体に装着されたフィンとにより周囲を区切られた空間内に挿入され、中間筒体、内側筒体およびフィンとのそれぞれの間に間隙が形成されてなる構成とすること、または、

3) 前記1項に記載の手段において、触媒層が備える仕切板は、環状形であり、内側の側面で内側筒体の触媒層側の面に装着されており、粒状改質触媒への熱伝達を向上するためのフィンの機能を兼ねてなる構成とすること、さらにまたは、

4) 前記1項から3項までのいずれかに記載の手段において、改質管に形成される触媒層は、個別触媒層の原燃料が通流する方向に沿う寸法を、バーナから供給された熱媒体の加熱による内側筒体の変形量の多少に対応させて異なる寸法に設定されてなる構成とすること、により達成される。

【0016】

【作用】前述した従来技術による燃料改質器9における、起動時に粒状改質触媒61に加わる加圧力について詳らかにするために、触媒層6が内側筒体82によりほぼ均等の歪み量となるように加圧されたとするモデルを製作し、触媒層6に加わる加圧力の値を実測した。この実測結果の一例が図13である。ここで、図13は、燃料改質器のモデルが持つ触媒層に加わる加圧力の分布の実測例を示すグラフである。図13において、縦軸は、燃料改質器9のモデルが持つ原燃料が通流する方向である触媒層の高さ方向の寸法を、最高位置の寸法に対する相対値で示し、横軸は、触媒層に加わる加圧力値を、適正な加圧力の値(適正值)に対する相対値で示している。図13中に実線で示されているのは、触媒層の各部に加わる相対値で示された加圧力値である。

【0017】図13を用いて従来技術による燃料改質器9が持つ触媒層6、従って、粒状触媒61に加わる加圧力の値を視察することにする。内側筒体82が変形することにより、触媒層6に充填された粒状触媒61の全体に加圧力が加わえられることになるが、粒状触媒61は、前記したところによる寸法、形状、材質を持つものであるので、変形が与えられると、粒状触媒61に加えられる加圧力が軽減されるように移動を行おうとするの

である。触媒層6の下層部(図13中に α で示した。)では、それよりも下側に触媒層6が存在していないので、周囲に存在する粒状触媒61としては、触媒層6の中央層部(図13中に β で示した。)付近に在る粒状触媒61のみである。触媒層6の下層部では、内側筒体82の変形量、触媒層6の下層部に在る粒状触媒61の移動と、触媒層6の中央層部付近に在る粒状触媒61の移動とが総合された下層部における粒状触媒61の移動状態などにより、図13中に示す加圧力が触媒層、粒状触媒61に加わると考えられる。

【0018】触媒層6の中央層部付近では、下側には下層部が、上側には上層部(図13中に γ で示した。)が存在しているので、周囲に存在する粒状触媒61としては、触媒層6の下層部と上層部に在る粒状触媒61である。触媒層6の中央層部には、触媒層6の下層部に在る粒状触媒61の移動と、触媒層6の上層部に在る粒状触媒61の移動とが、上下両側から加えられることになる。触媒層6の中央層部では、内側筒体82の変形量、触媒層6の中央層部付近に在る粒状触媒61の移動と、上記の上下両側からの粒状触媒61の移動とが総合された中央層部における粒状触媒61の移動状態などにより、図13中に示すように相対的に高い加圧力が、触媒層、粒状触媒61に加わると考えられる。

【0019】また、触媒層6の上層部では、それよりも上側に触媒層6が存在していないので、周囲に存在する粒状触媒61としては、触媒層6の中央層部付近に在る粒状触媒61のみである。触媒層6の上層部では、内側筒体82の変形量、触媒層6の上層部に在る粒状触媒61の移動と、触媒層6の中央層部付近に在る粒状触媒61の移動とが総合された上層部における粒状触媒61の移動状態などにより、図13中に示す加圧力が触媒層、粒状触媒61に加わると考えられる。触媒層6の上層部では、その上面より上側は空間であり、粒状触媒61が充填されていない。このため、上層部の内の上面部付近に在る粒状触媒61は、上側方向に対してはほぼ自由に移動が可能であり、粒状触媒61には摩擦などによる僅かな力しか加わることがない。この好影響を受けて、触媒層6の上層部に在る粒状触媒61に加わる加圧力値は、中央層部に近くなるのに従い中央層部に付近に在る粒状触媒61の移動の影響を受けてしだいに大きくなるものの、全体としては中央層部付近はもとより、下層部と比較しても小さい値になるものと考えられる。

【0020】この発明は、触媒層の上層部に在る粒状触媒に加わる加圧力値が小さいという上記した事実に着目してなされたものである。すなわち、この発明においては、燃料改質器において、(1)改質管に形成される触媒層を、原燃料が通流する方向に沿って間隔を隔てて設置された、例えば、中間筒体と、内側筒体と、互いに隣接する内側筒体に装着されたフィンとにより周囲を区切られた空間内に挿入され、中間筒体、内側筒体およびフ

インとのそれぞれの間に間隙が形成されてなる複数の仕切板と、この仕切板の上に粒状改質触媒が充填されることで形成されると共に、粒状改質触媒が充填される仕切板に接する面とは反対側となる面と、粒状改質触媒が充填される仕切板に対して原燃料が通流する方向に隣合う仕切板との間に、空間が設けられるてなる複数の個別触媒層とを備え、それぞれの仕切板には原燃料、および/または、改質ガスを通流させるための複数の貫通穴が形成されてなる構成とすることにより、それぞれの個別触媒層は、それが充填される仕切板に接する面とは反対側となる面である例えば上面の上側に、粒状触媒が充填されていない空間が存在することになる。このために、それぞれの個別触媒層は、あたかも、従来技術による燃料改質器が持つ触媒層の内の、前記した上層部と同様の構成を持つことになり、粒状触媒に加わる加圧力の値を小さく抑制することが可能となるのである。なお、仕切板には複数の貫通穴が形成されていることで、触媒層中に原燃料が通流する方向に直交させて仕切板を設置しても、原燃料、および/または、改質ガスの通流には支障を与えることが無いのである。また、(2)前記(1)項において、触媒層が備える仕切板を、環状形であり、内側の側面で内側筒体の触媒層側の面に装着されており、粒状触媒への熱伝達を向上するためのフィンの機能を兼ねてなる構成とすることにより、改質管を構成する部品点数の削減が可能となることにより、前記(1)項による作用を備える燃料改質器の製造原価を低減することが可能となる。

【0021】ところで、図13に示した触媒層に加わる加圧力の分布のグラフを得たモデルとは異なり、実際の燃料改質器では内側筒体は太鼓状に変形する場合が多いので、熱膨張に起因する内側筒体の歪み量は原燃料の通流する方向に関して不均一である。例えば、内側筒体が太鼓状に変形する場合には、内側筒体の歪み量は触媒層の上層部、中央層部付近で最高になる。このために、歪み量が多い部位に位置する粒状触媒は、相対的に大きな加圧力が印加されることになっている。これに対応するために、(3)前記(1)または前記(2)項において、改質管に形成される触媒層を、個別触媒層の原燃料が通流する方向に沿う寸法を、バーナから供給された熱媒体の加熱による内側筒体の変形量の多少に対応させて異なる寸法に設定されてなる構成とすることにより、内側筒体の歪み量が多い部位に位置する個別触媒層は、原燃料が通流する方向に沿う寸法が短く設定されるので、内側筒体の歪み量が多い部位により加圧を受けて移動する粒状触媒の量が低減される。このことにより、この個別触媒層、従って、この個別触媒層に充填されている粒状触媒が受ける加圧力の値を抑制することが可能となるのである。

【0022】

【実施例】以下この発明の実施例を図面を参照して詳細

に説明する。

実施例1；図1は、請求項1，2に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器の縦断面図であり、図2は、図1における改質管部分の図1におけるB-B断面図である。図3は、図1中に示した触媒層およびその周辺部の詳細を示し、(a)は図1におけるR部に関する縦断面図であり、(b)は図3(a)におけるC-Cから見た仕切板の平面図である。図1～図3において、図10、図11に示した従来例による燃料改質器と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図1～図3中には、図10、図11で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0023】図1～図3において、1は、図10、図11に示した従来例による燃料改質器9に対して、触媒層6に替えて触媒層2を用いるようにした燃料改質器である。触媒層2は、複数の個別触媒層21、複数の仕切板22、スタッド23、個別触媒層21と同数の間隔片24、ナット25とを備えている。触媒層2は、改質管8内に形成されている内側環状空間86の、中間筒体81、内側筒体82、互いに隣接する伝熱フィン821とにより周囲を区切られた空間毎に設置されている。仕切板22は、金属製であり、中間筒体81、内側筒体82、互いに隣接する伝熱フィン821とにより周囲を区切られた扇形をしており、その面方向の寸法は、中間筒体81、内側筒体82および伝熱フィン821とのそれぞれの間に、粒状改質触媒（粒状触媒）61の外形寸法よりも小さい寸法の間隔が形成されるように設定されている。仕切板22には、図3(b)に示すように、中央部にスタッド23を貫通させる貫通穴221が形成され、その周囲には粒状触媒61の外形寸法よりも小さい径の貫通穴222が多数形成されている。触媒層2が有する複数の仕切板22は、貫通穴221によってスタッド23に挿入され、隣接する仕切板22との間には筒状をした間隔片24が嵌挿されることで、原料ガス9aが通流する方向に沿って、互いに同一の寸法 ΔH_0 の間隔で隔てられて設置される。スタッド23の両端部は、最下端および最上端の仕切板22の外側面から突き出され、この部位にナット25を嵌め込んで最下端および最上端の仕切板22に固定されている。

【0024】個別触媒層21は、最上端の仕切板22を除くそれぞれの仕切板22により下面を区切られ、中間筒体81、内側筒体82、互いに隣接する伝熱フィン821とにより周囲を区切られた空間内に、粒状触媒61を充填することで形成されている。そうして、それぞれの個別触媒層21は、個別触媒層21の仕切板22と接する面とは反対側となる面である上面21aと、原料ガス9aが通流する方向に隣合う仕切板22との間に、間隔寸法 ΔG を持つ空間211が設けられるように形成されている。

【0025】図1～図3に示す実施例1では前述の構成

としたので、作用の項で述べたことを基にし、仕切板22の厚さ寸法を含む個別触媒層21の高さ方向寸法（原料ガス9aが通流する方向に沿う寸法でもある。）である「仕切板22の間隔寸法 ΔH_0 －空間211の間隔寸法 ΔG 」の値を、例えば図13中に例示した値に設定することにより、粒状触媒61に加わる加圧力の値を低減して、粒状触媒61が圧壊を受けることの無い適正値に抑制することが可能となるのである。なお、原料ガス9aや改質ガス9bは、仕切板22に形成されている多数の貫通穴222内を通流できるので、触媒層2中に原料ガス9a等が通流する方向に直交させて仕切板22を設置しても、原料ガス9a等の通流には支障を与えることが無いのである。

【0026】実施例2；図4は、請求項1，2に対応するこの発明の異なる実施例による燃料改質器が備える触媒層と改質管の要部を示す縦断面図である。図4において、図1～図3に示した請求項1，2に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器、および、図10、図11に示した従来例による燃料改質器と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図4中には、図1～図3、図10、図11で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0027】図4において、2Aは、図1～図3に示したこの発明による燃料改質器1が備える触媒層2に、金網26を追加して備えるようにした触媒層である。金網26は、例えば、細い金属線を編組した金網材を用い、仕切板22と、中間筒体81、内側筒体82、伝熱フィン821との間の間隙を覆う寸法として、断面L字状に形成されている。金網26に用いる金網材には、粒状触媒61の外形寸法よりも小さい寸法となるメッシュを持つものが選定されている。

【0028】図4に示す実施例2では前述の構成としたので、触媒層2Aは、実施例1による触媒層2と同様の作用・効果を持ちながら、仕切板22と、中間筒体81、内側筒体82、伝熱フィン821との間の間隙寸法を、粒状触媒61の外形寸法よりも大きい寸法としても、個別触媒層21内から粒状触媒61がこぼれ出るのを防止できる。これにより触媒層2Aでは、実施例1による触媒層2の場合と比較して、仕切板22の面方向の寸法を自由に設定することが可能となるのである。

【0029】実施例2における今までの説明では、触媒層2Aが備える金網26は、断面L字状に形成され、仕切板22と、中間筒体81、内側筒体82、伝熱フィン821との間の間隙を覆う寸法を持つとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、金網26は、中間筒体81、内側筒体82、互いに隣接する伝熱フィン821とにより区画された内面に、ほぼ内接する外形を持つ扇形の外形を持つ皿状に形成されてもよいものである。このような金網26を用いることにより、仕切板22に形成される貫通穴222の径寸法を、粒状触媒61

11

の外形寸法よりも大きい寸法としても、粒状触媒61が仕切板22の貫通穴222を通過して、個別触媒層21内から粒状触媒61がこぼれ出るのを防止することが可能となる。

【0030】実施例3；図5は、請求項1，3に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器の縦断面図であり、図6は、図5における改質管部分の図5におけるD-D断面図である。図7は、図5中に示した触媒層およびその周辺部の詳細を示し、(a)は図5におけるS部に関する縦断面図であり、(b)は図7(a)におけるE-E断面図である。図5～図7において、図10，図11に示した従来例による燃料改質器と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図5～図7中には、図10，図11で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0031】図5～図7において、1Aは、図10，図11に示した従来例による燃料改質器9に対して、触媒層6に替えて触媒層3を用いるようにすると共に、改質管8から全ての伝熱フィン821を除いて形成された燃料改質器である。触媒層3は、改質管8内に形成されている内側環状空間86に設置されており、複数の個別触媒層31と、複数の仕切板32とを備えている。仕切板32は、金属板製で環状形をなしており、中間筒体81との間に粒状触媒61の外形寸法よりも小さい寸法の間隙が形成される外径寸法を持ち、その内周面で内側筒体82の外周面に溶接等により固着されている。仕切板32には、図7(b)に示すように、粒状触媒61の外形寸法よりも小さい径の貫通穴321が多数形成されている。触媒層3が有する複数の仕切板32は、原料ガス9aが通流する方向に沿って、隣接する仕切板32との間に互いに同一寸法 ΔH_0 の間隔で隔てられて設置されている。

【0032】個別触媒層31は、それぞれの仕切板32により下面を区切られ、中間筒体81と内側筒体82とにより周囲を区切られた環状の空間内に、粒状触媒61を充填することで形成されている。そうして、それぞれの個別触媒層31は、実施例1における個別触媒層21と同様に、個別触媒層31の仕切板32と接する面とは反対側となる面である上面31aと、原料ガス9aが通流する方向に隣合う仕切板32との間に、空間311が設けられるように形成されている。なお、最上段の個別触媒層31を除くそれぞれの個別触媒層31への粒状触媒61の充填は、改質管8に少なくとも上部板85、外側筒体83が装着されていない状態で、中間筒体81に形成された粒状触媒61の外形寸法よりも大きい径の貫通穴811から行われる。この貫通穴811は、粒状触媒61の充填が完了した後に、塞ぎ板812により気密に塞がれる。そうして、最上段の個別触媒層31への粒状触媒61の充填は、実施例1による燃料改質器1の場合と同様に、中間筒体81、内側筒体82および外側筒体

12

83が、塞ぎ板84などによって接続された後に行われる。

【0033】図5～図7に示す実施例3では前述の構成としたので、作用の項で述べたことにより、実施例1による燃料改質器1の場合と同様に、粒状触媒61に加わる加圧力の値を小さく抑制することが可能となる。また、原料ガス9aや改質ガス9bは、仕切板32に形成されている多数の貫通穴321内を通過できるので、触媒層3中に原料ガス9a等が通流する方向に直交させて仕切板32を設置しても、原料ガス9a等の通流には支障を与えることが無いことは、実施例1による燃料改質器1の場合と同様である。さらに燃料改質器1Aでは、仕切板32は、粒状触媒61への熱伝達を向上するための伝熱フィンの機能を兼ねている。これにより、燃料改質器1Aは、燃料改質器1と同様の作用・効果を備えるのに加えて、改質管8を構成する部品点数の削減が可能となることにより、その製造原価の低減を可能にしている。

【0034】実施例4；図8は、請求項1，3に対応するこの発明の異なる実施例による燃料改質器が備える触媒層と改質管の要部を一部省略して示す詳細図で、

(a)はその縦断面図であり、(b)は図8(a)におけるF-F断面図である。図8において、図5～図7に示した請求項1，3に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器、および、図10，図11に示した従来例による燃料改質器と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図8中には、図5～図7，図10，図11で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0035】図8において、3Aは、図5～図7に示したこの発明による燃料改質器1Aが備える触媒層3に対して、最下段の仕切板32を除き、仕切板32に替えて仕切板33を用いるようにした触媒層である。また、改質管8は、中間筒体81の触媒層側に、最上段の個別触媒層31を除いた触媒層3が備える個別触媒層31の個数と同数の充填管813が、図示するように装着されている(図8には、最上段から数えて2番目となる第2段の個別触媒層31に対応する充填管813のみが示されている)。充填管813は、粒状触媒61の外形寸法より大きい寸法の内径を持つ管体814と、管体814の一方の端部に装着される塞ぎ栓(例えば、六角ボルトである。)815から構成されている。管体814は、塞ぎ栓815が装着される一方の端部を、最上段の仕切板33上に充填される最上段の個別触媒層31中に位置するように設定され、他方の端部を、対応する個別触媒層31の上部に接して設けられている空間311中に位置するように設定されている。

【0036】仕切板33には、図5～図7に示したこの発明による燃料改質器1Aが備える仕切板32に対して、充填管813を貫通させるための切欠溝331が追

13

加して形成されている。仕切板33に形成される切欠溝331の個数は、最上段の個別触媒層31を充填する仕切板33では、改質管8に装着されている充填管813の個数と同数であり、以降、1段毎に順次1個が減少される。従って、最下段の個別触媒層31の上側に隣接する仕切板33に形成される切欠溝331の個数は、1個である。

【0037】最上段の個別触媒層31を除くそれぞれの個別触媒層31への粒状触媒61の充填は、それぞれに対応する充填管813を用いて行われる。それぞれの塞ぎ栓815は、粒状触媒61の充填時においては管体814から外されており、粒状触媒61の充填が完了した後に管体814の一方の端部に装着される。そうして、全ての充填管813に塞ぎ栓815が装着された後に、最上段の個別触媒層31への粒状触媒61の充填が行われる。

【0038】図8に示す実施例4では前述の構成としたので、触媒層3Aは、実施例3による触媒層3と同様の作用・効果を持ちながら、全ての個別触媒層31に粒状触媒61の充填を行うに当たり、中間筒体81には、実施例3による燃料改質器1Aの場合の貫通穴811が不要である。これにより、全ての個別触媒層31への粒状触媒61の充填は、実施例1による燃料改質器1の場合と同様に、中間筒体81、内側筒体82および外側筒体83が、塞ぎ板84などによって接続された後に行うことが可能である。

【0039】実施例4における今までの説明では、それぞれの個別触媒層31に粒状触媒61を充填するために用いる充填管813の個数は1個であるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、2個以上であ

ってもよいことは勿論のことである。実施例5；図9は、請求項1～4に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器が備える触媒層およびその周辺部の詳細を示し、(a)は図7と同等部位の縦断面図であり、(b)は図9(a)におけるG-G断面図である。図9において、図5～図7に示した請求項1、3に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器、および、図10、図11に示した従来例による燃料改質器と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図9中には、図5～図7、図10、図11で付した

符号については、代表的な符号のみを記した。【0040】図9において、4は、図5～図7に示したこの発明による燃料改質器1Aが備える触媒層3に対して、個別触媒層31に替えて個別触媒層41を用いるようにした触媒層である。実施例5による触媒層4の特徴的な構成として、それぞれの個別触媒層41は、原料ガス9aが通流する方向に沿って、必ずしも同一ではない間隔寸法で隔てられて設置された複数の仕切板32により下面を区切られた空間内に、粒状触媒61を充填することで形成されている。図9に示す事例の場合には、最

14

上段と第2段目の、仕切板32の厚さ寸法を含む個別触媒層41の高さ方向寸法は、「間隔寸法 ΔH_{51} (図9を参照) - 間隙寸法 ΔG 」であり、第3段目と第4段目の、仕切板32の厚さ寸法を含む個別触媒層41の高さ方向寸法は、「間隔寸法 ΔH_0 - 間隙寸法 ΔG 」であり、最下段の個別触媒層41の、仕切板32の厚さ寸法を含む高さ方向寸法は、「間隔寸法 ΔH_{55} - 間隙寸法 ΔG 」である。そうして、間隔寸法 ΔH_{51} 、 ΔH_0 、 ΔH_{55} の相互間は、 $\Delta H_{51} > \Delta H_0 > \Delta H_{55}$ の大小関係に設定されている。

【0041】図9に示す実施例5では前述の構成としたので、触媒層4は、実施例1、3による触媒層2、3が持つ作用・効果をさらに進展させて、内側筒体82の歪み量が改質管8の高さ方向に対して一様では無い場合に関しても、いずれの個別触媒層中の粒状触媒61であっても、受ける加圧力の値をほぼ等しい値に抑制することが可能となるのである。すなわち、最上段、第2段目の個別触媒層41が存在する部位の内側筒体82は、バーナ5に近く(図12を用いての説明を参照。)、しかも内側筒体82を梁として見た場合には支持点から遠い部分に在ることから、その変形量は他の個別触媒層41が存在する部位よりも大きいことになる。このために、これ等の個別触媒層41に充填された粒状触媒61は、仮に他の個別触媒層41と等しい高さ方向寸法に設定したとすると、他の個別触媒層41に充填された粒状触媒61よりも大きい加圧力が加わえられることになる。また、最下段の個別触媒層41が存在する部位の内側筒体82は、バーナ5から離れており、この部位を通流する熱媒体51の温度が最上段、第2段目の個別触媒層41が存在する部位の温度よりも低下していることと、内側筒体82を梁として見た場合には塞ぎ板84側の支持点に隣接していることになることから、その変形量は他の個別触媒層41が存在する部位と比較して最も小さくなる。これ等のことに対応させて、それぞれの個別触媒層41の高さ寸法を前記のごとく設定していることで、いずれの個別触媒層中の粒状触媒61であっても、受ける加圧力の値をほぼ等しい値に抑制することが可能となるのである。実施例5における今までの説明では、第2段目以下の個別触媒層41への粒状触媒61の充填は、中間筒体81に形成された貫通穴811から行われるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、実施例4による充填管813を用いてもよいことは勿論のことである。

【0042】実施例4、5における今までの説明では、充填管813の塞ぎ栓815が装着される一方の端部は、最上段の個別触媒層中に位置するように設定されるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、充填管813の一方の端部は、最上段の個別触媒層の上面から突き出させて形成させてもよいものである。このようにすることで、最上段の個別触媒層への粒状触

15

媒61の充填を、他の個別触媒層への粒状触媒61の充填に先んじて行うことが可能となる。

【0043】実施例3～5における今までの説明では、仕切板32, 33は、中間筒体81との間に粒状触媒61の外形寸法よりも小さい寸法の間隙が形成される外径寸法を持ち、また、仕切板32, 33に多数形成される貫通穴321の径寸法は、粒状触媒61の外形寸法よりも小さい値であるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、実施例2において説明した金網26とほぼ同様な構成を有する金網を追加して備えるようにすることで、仕切板32, 33の外径寸法、貫通穴321の径寸法を、粒状触媒61の外形寸法に束縛されず自由に設定することが可能となる。

【0044】

【発明の効果】この発明においては、前記の課題を解決するための手段の項で述べた構成とすることで次記する効果を奏する。すなわち、

①内側筒体の熱膨張量が増大される燃料改質器の過酷な使用条件の場合に、触媒層のいずれの部位に充填された粒状改質触媒であっても、その圧壊の低減を図ることが可能となり、長期信頼性の高い燃料改質器を提供することが可能となる。また、

②前記の①項において、触媒層が備える仕切板は、環状形であり、内側の側面で内側筒体の触媒層側の面に装着されており、粒状改質触媒への熱伝達を向上するためのフィンの機能を兼ねてなる構成とすることにより、①項による効果が得られる燃料改質器の製造原価を低減することが可能となる。さらにまた、

③前記の①, ②項において、改質管に形成される触媒層は、個別触媒層の原燃料が通流する方向に沿う寸法を、バーナから供給された熱媒体の加熱による内側筒体の変形量の多少に対応させて異なる寸法に設定されてなる構成とすることにより、いずれの個別触媒層に充填される粒状改質触媒であっても、受ける加圧力の値をほぼ等しい値に抑制することが可能となるので、長期信頼性のさらに高い燃料改質器を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1, 2に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器の縦断面図

【図2】図1における改質管部分の図1におけるB-B断面図

【図3】図1中に示した触媒層およびその周辺部の詳細

16

を示し、(a)は図1におけるR部に関する縦断面図、(b)は図3(a)におけるC-Cから見た仕切板の平面図

【図4】請求項1, 2に対応するこの発明の異なる実施例による燃料改質器が備える触媒層と改質管の要部を示す縦断面図

【図5】請求項1, 3に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器の縦断面図

【図6】図5における改質管部分の図5におけるD-D断面図

【図7】図5中に示した触媒層およびその周辺部の詳細を示し、(a)は図5におけるS部に関する縦断面図、(b)は図7(a)におけるE-E断面図

【図8】請求項1, 3に対応するこの発明の異なる実施例による燃料改質器が備える触媒層と改質管の要部を一部省略して示す詳細図で、(a)はその縦断面図、(b)は図8(a)におけるF-F断面図

【図9】請求項1～4に対応するこの発明の一実施例による燃料改質器が備える触媒層およびその周辺部の詳細を示し、(a)は図7と同等部位の縦断面図、(b)は図9(a)におけるG-G断面図

【図10】従来例の燃料改質器の縦断面図

【図11】図10における改質管部分の図10におけるA-A断面図

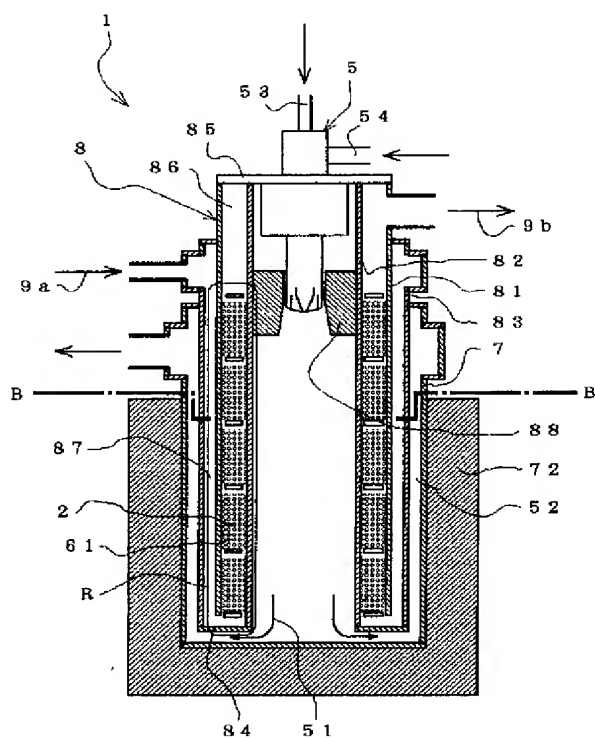
【図12】燃料改質器の起動時における改質管の温度上昇経過の実測例を示すグラフ

【図13】燃料改質器のモデルが持つ触媒層に加わる加圧力の分布の実測例を示すグラフ

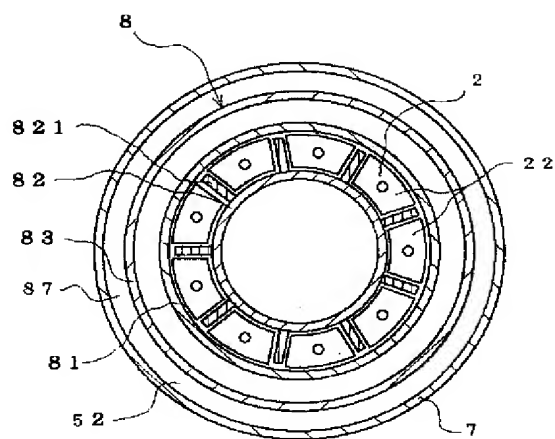
【符号の説明】

3	触媒層
31	個別触媒層
31a	上面
311	空間
32	仕切板
321	貫通穴
61	粒状触媒
8	改質管
81	中間筒体
82	内側筒体
86	内側環状空間
9a	原料ガス

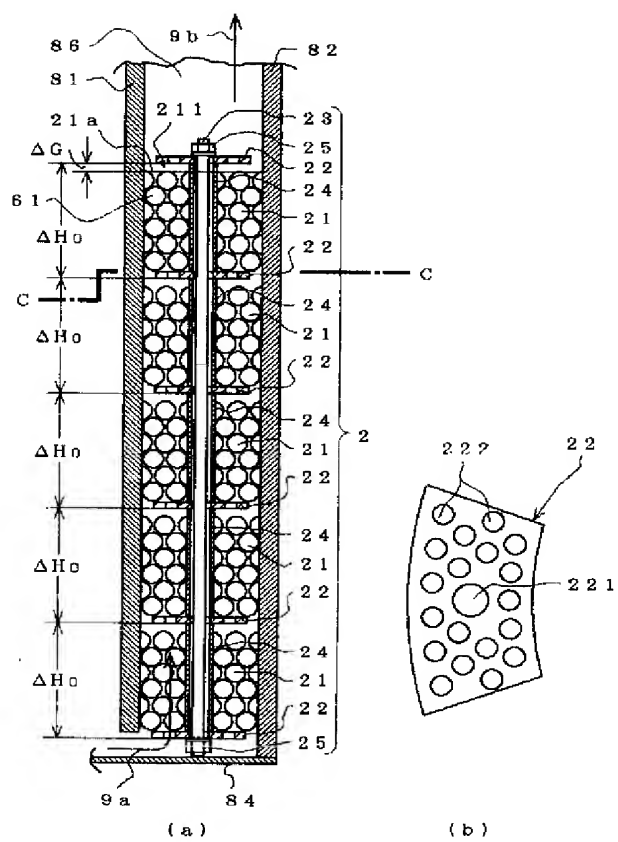
【図1】



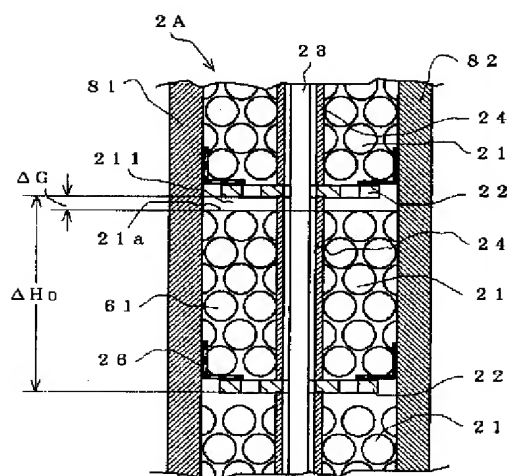
【図2】



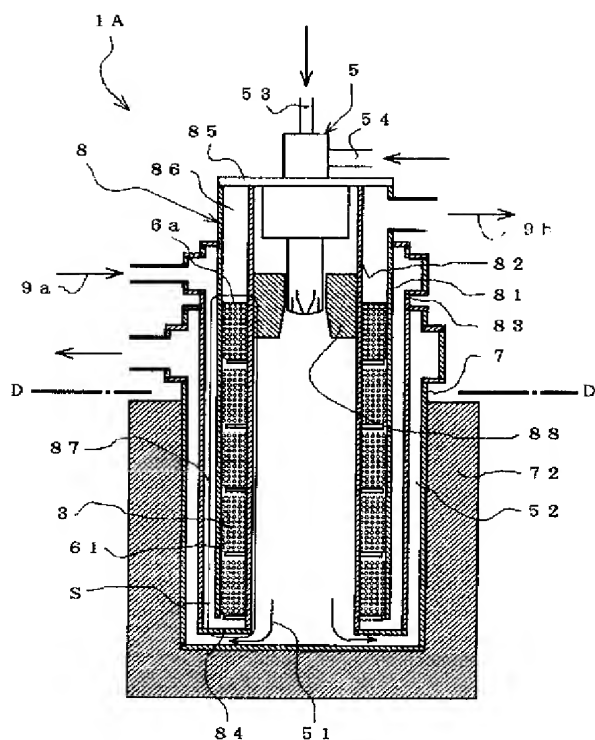
【図3】



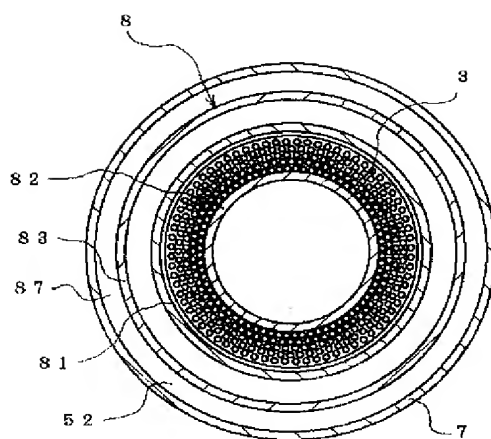
【図4】



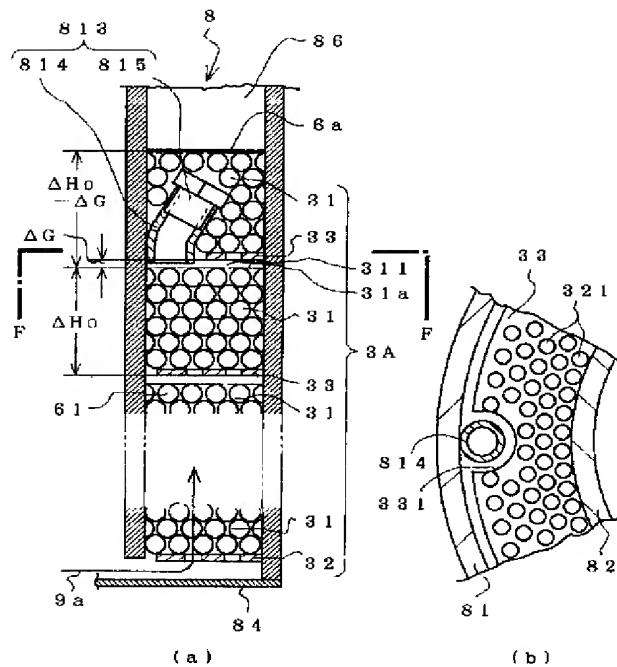
【図5】



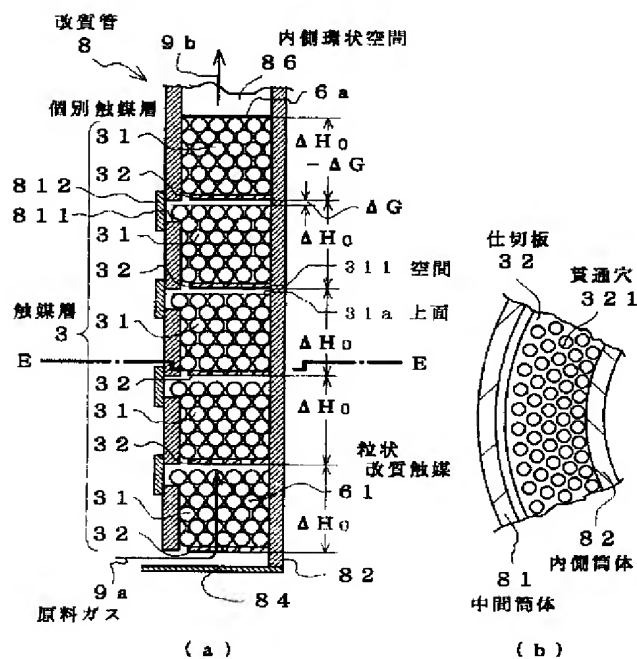
【図6】



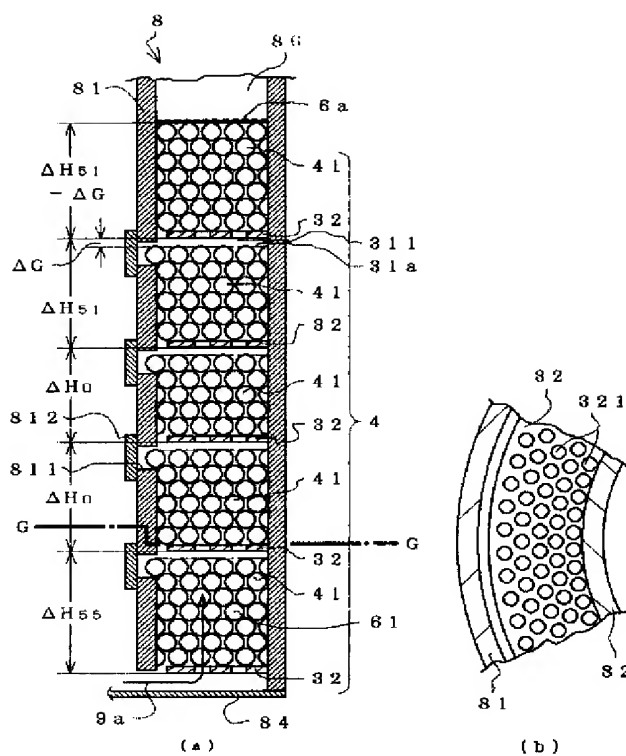
【図8】



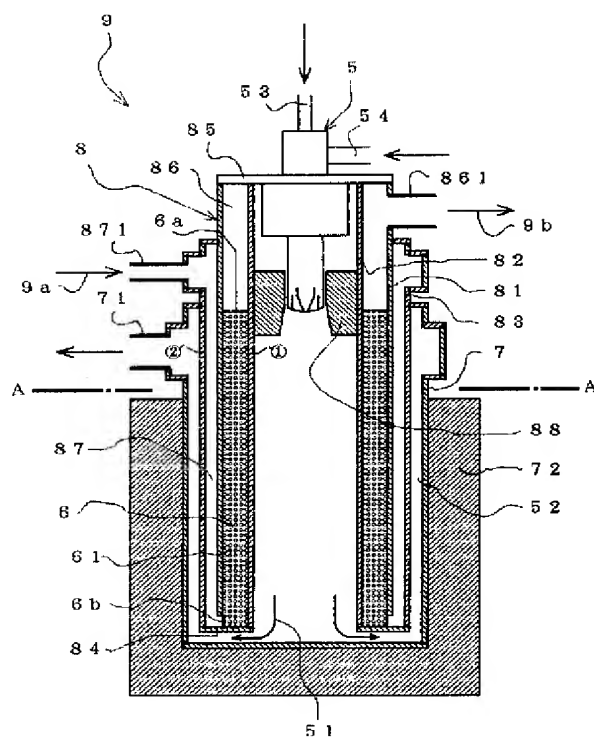
【図7】



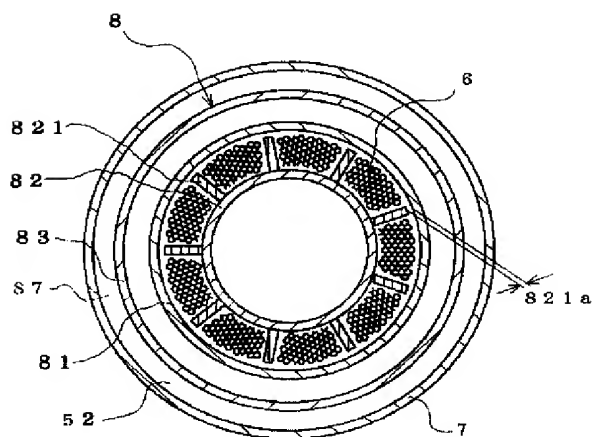
【図9】



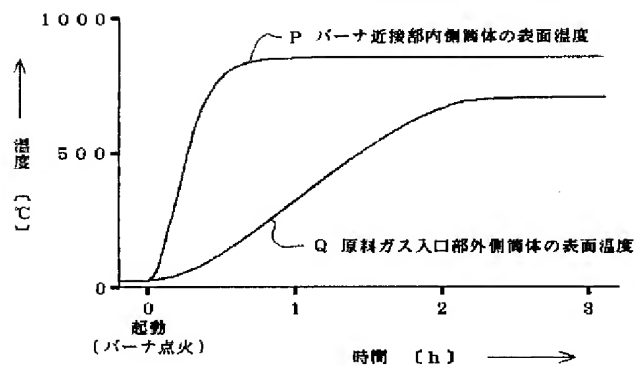
【図10】



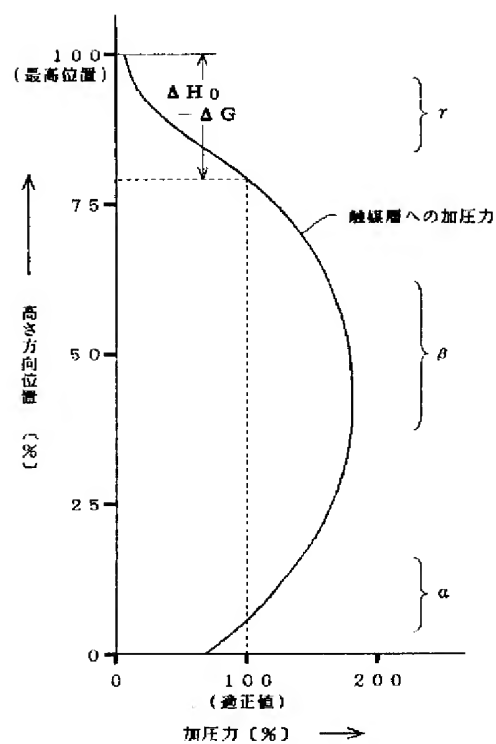
【図11】



【図12】



【図13】



PAT-NO: JP408208202A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08208202 A
TITLE: FUEL REFORMER
PUBN-DATE: August 13, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KANEKO, KOICHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJI ELECTRIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP07012159
APPL-DATE: January 30, 1995

INT-CL (IPC): C01B003/38 , B01J008/04 ,
B01J008/06 , C10G011/20 ,
H01M008/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a fuel reformer capable of reducing crushing of a granular reforming catalyst caused by thermal deformation of reforming pipes.

CONSTITUTION: This fuel reformer uses, contrasting with usual reformers, a catalyst layer 3 and reforming pipes 8 from which all heat-transfer fins are removed. The catalyst layer 3 is

arranged in an internal annular space 86 formed between the reforming pipes 8 made of metal plates, has an annular shape and an outer diameter dimension capable of forming a space having less dimension than that of the outer dimension of a granular reforming catalyst 61 between an intermediate cylindrical body 81, fixed on the outer surface of the inside cylindrical body 82 at its internal peripheral surface by welding and equipped with plural partition plates 32 arranged by separating to each other with the same interval of H0 and individual catalyst layers 31 formed by filling a granular reforming catalyst on the each partition plate. In the each partition plate, a large number of feed-through holes 321 each having a smaller diameter than the outer dimension of the granular reforming catalyst are formed. In the individual catalyst layer below the top stair, a space 311 is formed between the upper surface 31a and the partition plate facing to the direction of a flow of the raw gas 9a.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO